

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-181086

(43)Date of publication of application : 30.06.2000

(51)Int.Cl.

G03F 9/00

G02B 3/00

G02B 5/18

G03F 7/22

(21)Application number : 10-352996

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 11.12.1998

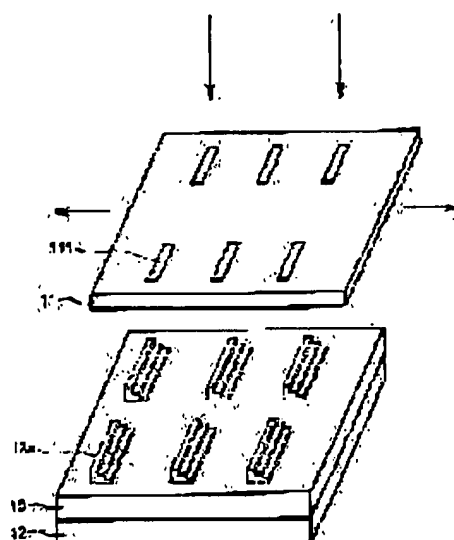
(72)Inventor : FUSHIMI MASAHIRO

(54) PATTERN-FORMING METHOD AND PRODUCTION OF OPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a fine pattern in simplified steps with superior shape accuracy and to produce an optical element using the pattern.

SOLUTION: When a pattern is formed in a resist layer 13 by lithography, the resist layer 13 is exposed, while a mask 11 is moved relatively to the resist layer 13 to form the objective resist pattern 13a. The mask 11 is preferably moved in a direction perpendicular to the progress direction of exposure light, and the resist pattern 13a is preferably provided with a rugged face in accordance with the function of an optical element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-181086
(P2000-181086A)

(43)公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | ターム(参考) |
|--------------------------|------|--------------|-------------|
| G 0 3 F | 9/00 | G 0 3 F 9/00 | Z 2 H 0 4 9 |
| G 0 2 B | 3/00 | G 0 2 B 3/00 | Z 2 H 0 9 7 |
| | 5/18 | 5/18 | |
| G 0 3 F | 7/22 | G 0 3 F 7/22 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

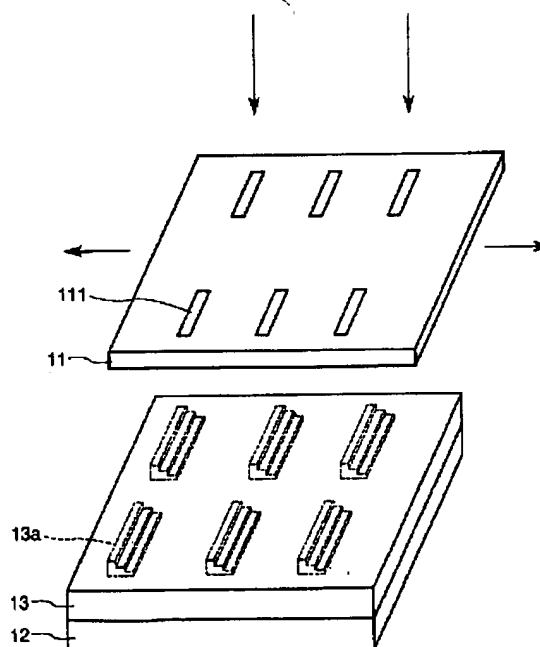
| | | | |
|----------|-------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願平10-352996 | (71)出願人 | 000000527 旭光学工業株式会社 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 |
| (22)出願日 | 平成10年12月11日(1998.12.11) | (72)発明者 | 伏見 正寛 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内 |
| | | (74)代理人 | 100091292 弁理士 増田 達哉 (外1名) |
| | | Fターム(参考) | 2H049 AA33 AA48 2H097 AA11 AA16 BB01 GB01 LA15 |

(54)【発明の名称】 パターン形成方法、光学素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】簡略化された工程により優れた形状精度で微細パターンを形成可能なパターン形成方法およびこれを用いた光学素子の製造方法を提供する。

【解決手段】レジスト層13にリソグラフィ法によりパターンを形成するパターン形成方法であって、レジスト層13に対し相対的にマスク11を移動させて露光していくことによりレジストパターン13aを形成することを特徴とする。マスク11を露光光の進行方向と直交する方向に移動させることが好ましく、レジストパターン13aを光学素子の機能に応じた起伏面とすることが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レジスト層にリソグラフィ法によりパターンを形成するパターン形成方法において、前記レジスト層に対し相対的にマスクを移動させて露光していくことによりレジストパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 前記マスクを露光光の進行方向と交わる方向に移動させる請求項1に記載のパターン形成方法。

【請求項3】 前記マスクを露光光の進行方向と直交する方向に移動させる請求項2に記載のパターン形成方法。

【請求項4】 前記マスクの移動に伴い露光量を変化させる請求項1ないし3のいずれかに記載のパターン形成方法。

【請求項5】 前記露光は縮小投影法により行われる請求項1ないし4のいずれかに記載のパターン形成方法。

【請求項6】 前記レジストパターンを光学素子の機能に応じた起伏面とする請求項1ないし5のいずれかに記載のパターン形成方法。

【請求項7】 レジスト層に対し相対的にマスクを移動させて露光していくことによりレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターン上に電鍍加工を行うことによりスタンパを作製する工程と、

前記スタンパを用いて光学素子を形成する工程とを備えることを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項8】 前記マスクを露光光の進行方向と交わる方向に移動させる請求項7に記載の光学素子の製造方法。

【請求項9】 前記マスクを露光光の進行方向と直交する方向に移動させる請求項8に記載の光学素子の製造方法。

【請求項10】 前記マスクの移動に伴い露光量を変化させる請求項7ないし9のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

【請求項11】 前記露光は縮小投影法により行われる請求項7ないし10のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

【請求項12】 前記光学素子は回折格子板である請求項7ないし11のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、微小回折格子等の微細パターンの形成に適したパターン形成方法およびこれを用いた光学素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、微細な溝形状からなる回折格子パターンは、まず、機械的な切削加工により格子型を製作し、その格子型をもとに射出成形により多数のレプリカ

を作製していた。この方法の場合、格子型の作製には高精度で微細な工具が必要となり、さらに、加工装置の軸心と工具軸心を高精度で一致させる等の高度な製造技術を要し、精度の高い格子型の作製は非常に困難であり製造コストも増大していた。さらに、このような機械的切削方法で製作した格子型を用いる方法では、格子パターンの微細化には限界があった。

【0003】また、別の方法として、原型となるレジストパターンを電子ビーム露光法により形成する方法が挙げられる。この方法は、ビーム走査に際して露光量（ビーム強度又は描画速度）を変化させて露光の深さを調整し、現像後のレジスト層の厚さを変化させるものである。ところが、レーザ光による露光方式を採用した場合、図12に示すように、パターンの1つ1つについてレーザ光を走査させて描画しなければならず、生産性に劣るものであった。また、レーザ光の走査は一筆書きによる長い線を描く工程となるため、1つのパターン形成にも非常に長時間を要するものであった。

【0004】一方、階段状の断面形状を有する回折格子板を作製するにあたり、各段毎に一連のリソグラフィ工程を繰り返し実施する製造方法が提案されている。リソグラフィを用いたこの製造方法は、予め段数に応じた数の露光マスクを用意し、まず、基板上にレジスト材を塗布し、第1の露光マスクを用いてパターン露光を行い、それにより得られたレジスト層をマスクとして基板を一定の深さ分だけエッチングしレジスト層を一旦除去する。次に再びレジスト材を塗布し、第2の露光マスクを用いてパターン露光を行い、基板をエッチングした後レジスト層を除去する。そして、以上のようなレジスト塗布、露光、エッチングおよびレジスト除去を繰り返す。その際、各段の形成ごとに異なる露光マスクを使用し、必要により露光条件の変更を行っていた。

【0005】このような方法によれば、微細な格子形状を形成することができるが、フォトリソ工程とエッチング工程とを繰り返す必要があるため、工程が非常に長いものとなり、回折格子のブレード数が増加すると処置工程も増加するため、作業が煩雑となり実用的な方法ではなかった。さらに、マスクを交換するたびにアライメントを行うためアライメント誤差の発生を避け難く、回折格子形状に多大な影響をもたらすという問題があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、簡略化された工程により優れた形状精度で微細パターンを形成可能なパターン形成方法およびこれを用いた光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(12)の本発明により達成される。

【0008】(1) レジスト層にリソグラフィ法によりパターンを形成するパターン形成方法において、前記レ

ジスト層に対し相対的にマスクを移動させて露光していくことによりレジストパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

【0009】(2) 前記マスクを露光光の進行方向と交わる方向に移動させる上記(1)に記載のパターン形成方法。

【0010】(3) 前記マスクを露光光の進行方向と直交する方向に移動させる上記(2)に記載のパターン形成方法。

【0011】(4) 前記マスクの移動に伴い露光量を変化させる上記(1)ないし(3)のいずれかに記載のパターン形成方法。

【0012】(5) 前記露光は縮小投影法により行われる上記(1)ないし(4)のいずれかに記載のパターン形成方法。

【0013】(6) 前記レジストパターンを光学素子の機能に応じた起伏面とする上記(1)ないし(5)のいずれかに記載のパターン形成方法。

【0014】(7) レジスト層に対し相対的にマスクを移動させて露光していくことによりレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターン上に電鍍加工を行うことによりスタンプを作製する工程と、前記スタンプを用いて光学素子を形成する工程とを備えることを特徴とする光学素子の製造方法。

【0015】(8) 前記マスクを露光光の進行方向と交わる方向に移動させる上記(7)に記載の光学素子の製造方法。

【0016】(9) 前記マスクを露光光の進行方向と直交する方向に移動させる上記(8)に記載の光学素子の製造方法。

【0017】(10) 前記マスクの移動に伴い露光量を変化させる上記(7)ないし(9)のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

【0018】(11) 前記露光は縮小投影法により行われる上記(7)ないし(10)のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

【0019】(12) 前記光学素子は回折格子板である上記(7)ないし(11)のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法を添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0021】図1は、本発明のパターン形成方法に用いられるマスクの一例を示す平面図、図2から図10は本発明のパターン形成方法およびこれを用いた光学素子の製造方法の工程を示す断面図である。

【0022】まず、最初に図2に示すように、パターン111が設けられたマスク11を用いて、光エネルギー $h\nu_1$ を基板12の表面に形成されたレジスト層13上

に付与する。

【0023】光エネルギーを与える露光光としては特に限定されないが、微細なパターンの形成には、波長の短い紫外線や遠紫外線等を使用することが好ましい。これらの露光光を使用することにより、回折効果によるボケを抑制することができる。

【0024】本発明のパターン形成方法において、露光方式については特に限定されないが、縮小投影法によることが好ましい。縮小投影法によれば、マスク11のパターン111は、実際にレジスト層13に形成する露光パターンよりも何倍にも拡大して形成することができるため、マスク11(パターン111)の移動距離等の制御を精度よく行うことができる。したがって、レジストパターンの位置、形状、寸法等の誤差をより小さくすることができ、形状精度を向上およびパターンの微細化を図ることができる。次に、図3に示すようにマスク11をレジスト層13に対し相対的に所定距離移動させる。このとき、マスク11を露光光の進行方向と交わる方向に移動させることが好ましく、さらに露光光の進行方向と直交する方向に移動させることがより好ましい。マスクを露光光の進行方向と交わる方向に移動させることにより、レジスト層13の平面上に新たな露光部分を追加および積層することができ、所望の露光パターンを容易に造形することができる。さらに、マスク11を露光光の進行方向と直交する方向に移動させる場合には、マスク11の移動によるレジスト層13上における露光範囲をより精密に制御することができる。

【0025】次にマスク11を移動させた後、光エネルギー $h\nu_2$ を付与する。本実施形態においては、光エネルギー $h\nu_2=2h\nu_1$ とすることにより、図3に示すように深さが等しく規則性のある階段状の露光パターン131が形成される。すなわち、露光量の増加に応じて、レジスト層13の光照射を受けた部分においてその表面から基板への深さ方向に光反応が進行する。

【0026】このときのレジスト層13を構成するレジスト材としては、ポジ型あるいはネガ型のいずれであってもよく特に限定されないが、設計どおりのパターンを得るために、現像後のレジスト層13の膜厚が露光量に比例して変化するような感光特性を有するものを選択することが好ましい。

【0027】次いで、図4に示すように、マスク11を上記と同様、さらに所定距離移動させ、光エネルギー $h\nu_3$ を付与する。本実施形態では光エネルギー $h\nu_3=3h\nu_1$ とする。また移動距離は、図2の状態から図3の状態へ移行したときと等しい距離移動させる。これにより、深さとともにピッチが等しく規則性のある階段状の露光パターン133が形成される。

【0028】以上のプロセスを段数と等しい回数繰返すことにより、図5に示すような深さおよびピッチの等しい階段状の露光パターン135が形成される。

【0029】次に、このレジスト層13を現像し露光部分を除去することにより、図6に示すようなブレース化されたレジストパターン13aを形成することができる。

【0030】このように1つのマスクを用い、かかるマスクを移動させて露光していくことにより所望のパターンを形成していく本発明のパターン形成方法によれば、従来、繰り返し行っていたレジスト塗布、エッチングおよびレジスト除去等の工程を何度も繰返す必要がなく1度で行うことができる。また、複数のマスクを使用する必要がないため、マスク交換時のアライメント誤差を招くおそれがない。

【0031】さらに、マスクの移動に伴いレジスト層に対する露光領域を移動させて露光量を変化させることにより、レジスト層の平面方向および深さ方向において光反応の進行を制御することができ、現像後に所望のレジストパターンを得ることができる。このような本発明の方法によれば、レジスト層に形成されるパターンを再現性よく制御することができるため、形状精度の向上を図ることができ、さらに微細パターンの形成も可能となる。

【0032】また、図11に示すように、マスクパターンのレイアウトを工夫することにより、一度に複数のレジストパターンを形成することが可能となり、図12に示すようなレーザーによる描画による従来のパターン形成法に比べて、非常に量産性に優れている。

【0033】このようにして形成されたブレース化されたレジストパターン13aは、スタンプを作製するための原盤として使用される。例えば、図7に示すように、レジストパターン13aの表面に電鍍加工を施すことにより電鍍膜14が設けられる。電鍍膜14は、例えばNiやAg等を用いて所望の厚さで設けられ、レジストパターン13aの表面に直接設けられてもよく、少なくとも1層の導電膜を形成した上に設けられていてもよい。この電鍍膜14を離型することにより、図8に示すようなレジストパターン13aが反転形成されたスタンプ14aが得られる。

【0034】次に、このスタンプ14aを用いて射出成形等により、例えばポリメチルメタクリレート（PMMA樹脂）、ポリカーボネート（PC樹脂）等の樹脂にパターンを転写することによって、図10に示すような回折格子板16が得られる。

【0035】以上、本発明のパターン形成方法およびかかるパターン形成方法を用いた光学素子の製造方法を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、各手段の構成は同様の機能を有する任意の構成に置換することができる。

【0036】

【実施例】次に、本発明の具体的実施例について説明する。

（実施例）まず、平坦なSi基板12にポジ型レジスト（「OFPR800」東京応化工業（株）製）を塗布し、レジスト層13を設けた。次に、図2に示すようにマスク11のパターン111を通過させた紫外線をレジスト層13に照射した。紫外線の照射は、図示しない投影光学系を介して縮小率1/10で縮小投影を行った。このとき、光源としてはUVランプを用い、露光強度を10mW/cm²、第1のステップにおける露光量を0.5mjとした。また、マスク11としては、開孔幅10μm、スリット間隔10μmの図1に示すようなパターン111のものをを用いた。

【0037】次に、第2ステップとして図3に示すようにマスク11を露光光の進行方向と直交する方向に1μm移動させ、露光量が1mjとなるよう紫外線を照射した。同様にして、図4に示すようにマスク11を1μm移動させ、露光量が1.5mjとなるよう紫外線を照射した。

【0038】このようにマスク11を1μmづつ移動させ、そのたびに露光量を0.5mjづつ増加させて紫外線を照射する工程を30回繰返すことにより、図5に示すような形状の露光パターンを作製した。

【0039】次に、現像液（「NMD」東京応化工業（株）製）を用いてレジスト層13を現像することにより、紫外線照射部分のレジストを溶解除去し、図6のような形状であって段数が30あるレジストパターン13aを得た。

【0040】このレジストパターン13aの表面にNi無電解メッキを施して電鍍膜14を形成し（図7）、これを離型して図8に示すようなスタンプ14aを作製した。

【0041】次に、かかるスタンプ14aを用いた射出成形法により、図10に示すようなポリメチルメタクリレート（PMMA樹脂）からなる回折格子板16を作製した。

【0042】以上のようにして実施例で製造された回折格子板16の表面を観察したところ、ピッチ間隔30μm、格子高さ2μmのブレース状の回折格子パターンが精度よく形成されていた。

【0043】

【発明の効果】以上述べたように、本発明のパターン形成方法によれば、レジスト層の形成、現像によるレジスト層の除去を露光回数に拘わらず1度でよいから、工程数が大幅に減少し作業が簡略化され生産性が向上する。また、複数のマスクを交換して使用する必要がなく、マスク交換時のアライメント誤差を招くおそれがない。したがって、製造工程を簡略化でき優れた形状精度で微細パターンの形成が可能である。

【0044】さらに、本発明のパターン形成方法を用いた光学素子の製造によれば、高品質の光学素子を歩留まり良く作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のパターン形成方法に用いられるマスクの一例を示す平面図である。

【図 2】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 3】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 4】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 5】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 6】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 7】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 8】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 9】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【図 10】本発明のパターン形成方法および光学素子の製造方法の一実施形態を示す断面図である。

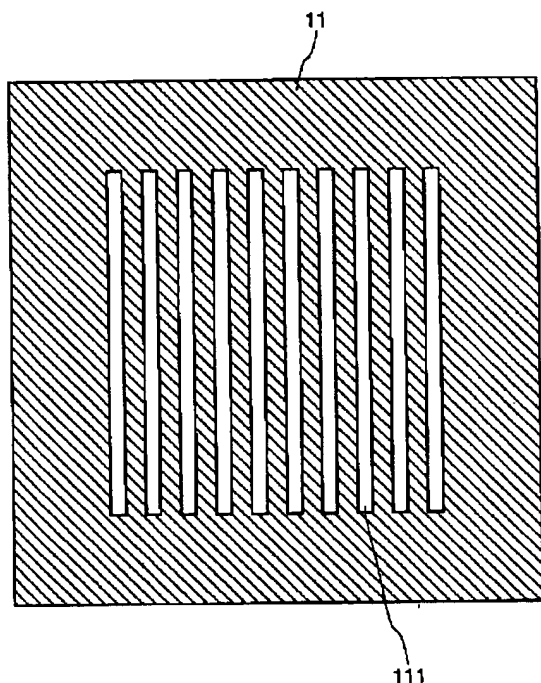
【図 11】本発明のパターン形成方法の一実施形態を示す斜視図である。

【図 12】従来のパターン形成方法の一例を示す斜視図である。

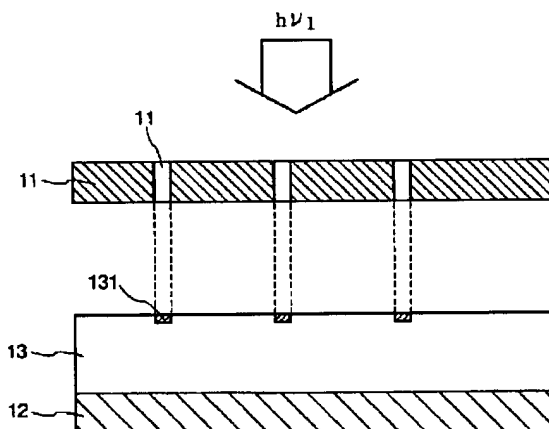
【符号の説明】

| | |
|-------|----------|
| 1 1 | マスク |
| 1 1 1 | パターン |
| 1 2 | 基板 |
| 1 3 | レジスト層 |
| 1 3 1 | 露光パターン |
| 1 3 3 | 露光パターン |
| 1 3 5 | 露光パターン |
| 1 3 a | レジストパターン |
| 1 4 | 電鍍膜 |
| 1 4 a | スタンプ |
| 1 5 | 樹脂層 |
| 1 6 | 回折格子板 |

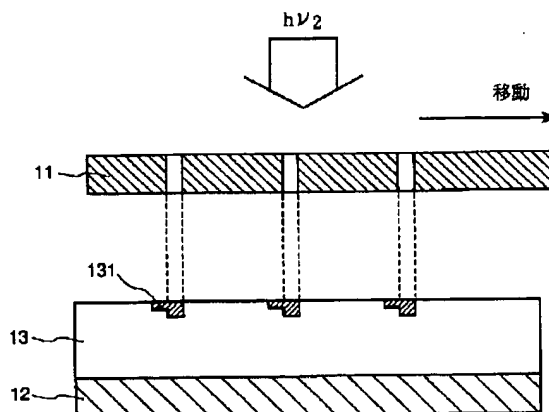
【図 1】



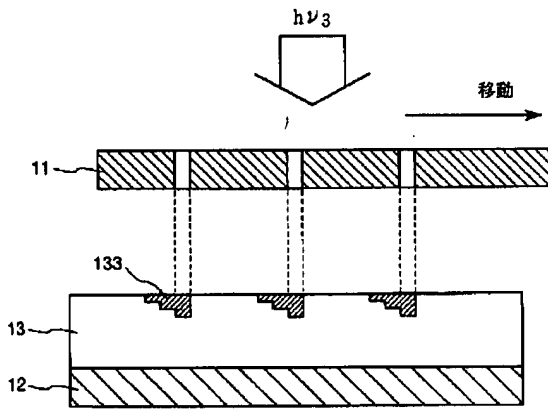
【図 2】



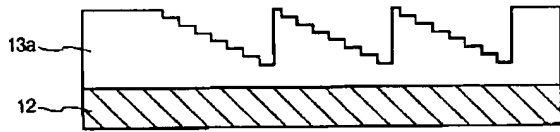
【図 3】



【図4】



【図6】



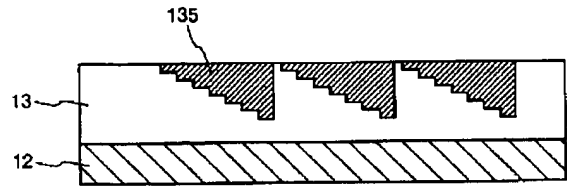
【図8】



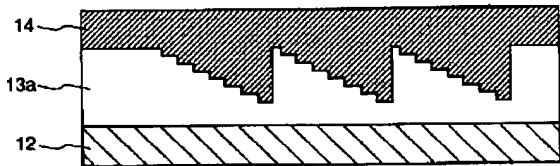
【図10】



【図5】



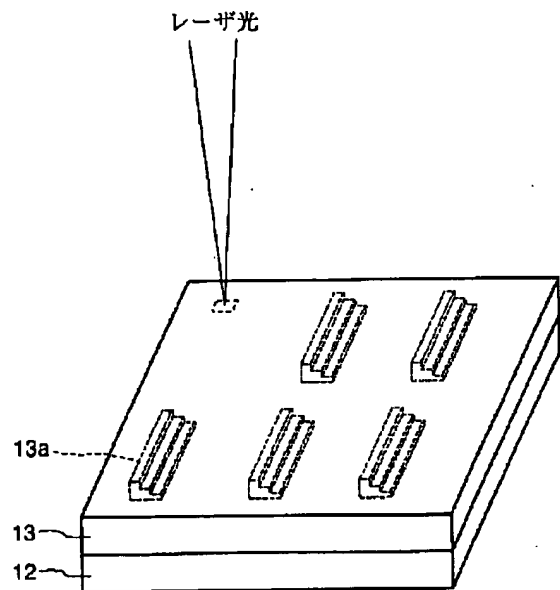
【図7】



【図9】



【図12】



【図11】

